

542, 650

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 8 月 5 日 (05.08.2004)

PCT

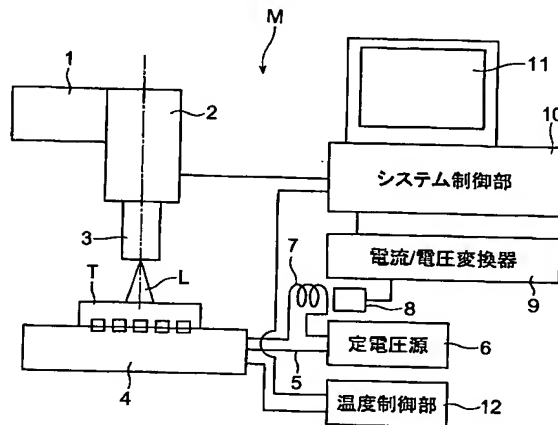
(10) 国際公開番号  
WO 2004/065972 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G01R 31/302 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000335 (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 寺田 浩敏  
(22) 国際出願日: 2004 年 1 月 16 日 (16.01.2004) (TERADA, Hirotoshi) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜  
(25) 国際出願の言語: 日本語 松市市野町 1126 番地の 1 浜松ホトニクス株式会  
(26) 国際公開の言語: 日本語 社内 Shizuoka (JP). 鈴木 宏叔 (SUZUKI, Hiroyoshi)  
(30) 優先権データ: [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1126 番地の 1  
特願 2003-011276 2003 年 1 月 20 日 (20.01.2003) JP 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 石塚 利道  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホト (ISHIZUKA, Toshimichi) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜  
ニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1126 番地の 1 Shizuoka (JP).  
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目 10 番 6 号銀座  
ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: LASER BEAM INSPECTION EQUIPMENT

(54) 発明の名称: レーザビーム検査装置



10...SYSTEM CONTROL SECTION  
9...CURRENT/VOLTAGE CONVERTER  
6...CONSTANT VOLTAGE SOURCE  
12...TEMPERATURE CONTROL SECTION

(57) Abstract: A laser beam inspection equipment for inspecting the flaw of a sample, e.g. a semiconductor integrated circuit, utilizing a laser beam. The laser beam inspection equipment irradiates a sample, supplied with a constant current or applied with a constant voltage, with a laser beam and indirectly detects a current variation or an electric field variation corresponding to a variation in the resistance of the sample caused by scanning the surface of the sample with the laser beam. For example, the current variation is detected indirectly by detecting a variation in the magnetic field caused by a current flowing through a feeder line between a constant voltage source and the sample by means of a magnetic field detector, and a defective part of the sample can be specified by detecting the variation in the magnetic field.

(57) 要約: この発明は、レーザビームを利用して半導体集積回路等の試料の欠陥を検査するレーザビーム検査装置に関する。当該レーザビーム検査装置は、一定電流が供給されるかあるいは一定電圧が印可された試料に対しレーザビームを照射し、このレーザビームを試料表面に沿って走査させることにより生じる該試料の抵

[続葉有]

WO 2004/065972 A1



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

抗値変化に対応した電流変化又は電界変化を間接的に検出する。例えばこの電流変化は、定電圧源と試料との間に設けられた電源ラインを流れる電流によって発生する磁場変化を磁場検出装置が検出することで間接的に行われ、この磁場変化の検出により試料欠陥部位の特定が可能になる。

## 明細書

## レーザビーム検査装置

## 技術分野

【0001】 この発明は、レーザビームを利用して半導体集積回路等の試料を  
5 検査するための装置であって、具体的には、レーザビーム照射に伴う該試料の抵抗値変化を間接的に測定することにより欠陥箇所を特定するレーザビーム検査装置に関するものである。

## 背景技術

【0002】 半導体集積回路などの試料における内部欠陥を検査する装置としては、例えば特開2001-4719号公報に示されたビーム照射加熱抵抗変化  
10 (Optical Beam Induced Resistance Change: OBIRCH) 測定装置などのレーザビーム検査装置が知られている。このOBIRCH測定装置は、レーザビームを試料に照射し、ビーム熱に伴う発熱に起因した該試料内の抵抗値変化を測定する。図1は、レーザビーム検査装置として従来のOBIRCH測定装置の構成  
15 を示すブロック図である。この図1に示されたように、従来のOBIRCH測定装置60において、レーザ発生源61から出射されるレーザビームの光路上には、該レーザビームを入射方向に直交する二次元方向にラスタスキャンさせるレーザ走査部62と、走査されたレーザビームLを微小スポット径に集束させる顕微鏡63が配置されている。顕微鏡63の焦点位置には、半導体集積回路などの試料  
20 Tが試料台64上に配置されている。この試料Tには、定電圧源65から所定電圧が印加されている。試料Tは、演算増幅器や帰還抵抗などを含む電流／電圧変換器に接続されている。電流／電圧変換器66は、システム制御部67に接続され、システム制御部67はさらにモニタ68に接続されている。システム制御部67は、レーザ走査部62にも接続されている。さらに、システム制御部67は、  
25 試料台64の温度を所定温度に維持する温度制御部69に接続されている。

【0003】 レーザ発生源61から出射されたレーザビームLは、レーザ走査

部 6 2 で光路上に直交する二次元方向にラスタスキャンされ、さらに顕微鏡 6 3 で集光されて試料 T の表面上における微細部分に照射される。このレーザビーム走査はシステム制御部 6 7 によって制御される。試料 T には、定電圧源 6 5 により予め所定電圧が印加されており、回路内には所定電流が流れている。レーザビームが照射されている試料 T の照射箇所では、レーザビームの吸収に伴ってその温度が上昇し、その抵抗率が変化する。このため、試料 T を流れる電流量も変化する。ボイドなどの欠陥がある箇所では熱伝導が悪い。そのため、こうした箇所にレーザビームが照射された場合、周囲へ熱が逃げにくいために温度上昇が大きくなる。結果的に、一定電圧が印可された試料の欠陥箇所では、温度上昇に伴って抵抗率変化が増加するとともに電流値変化も大きくなる。

【0004】 電流／電圧変換器 6 6 では、検出された電流が一旦増幅された後に電圧に変換され、この変換された電圧値に相当する検出信号が該電流／電圧変換器 6 6 からシステム制御部 6 7 に転送される。システム制御部 6 7 は、順次検出信号として得られた電圧値の差を輝度情報に変換してレーザビーム照射位置に対応して並べられた画像情報をモニタ 6 8 に表示する。これにより、試料 T の欠陥箇所を画像で確認できる。

#### 発明の開示

【0005】 発明者らは、上述のような従来技術について検討した結果、以下のような課題を発見した。すなわち、この種の O B I R C H 測定装置には、数百 mA ～ 数 A の大電流が流れる試料や数十 V ～ 数 k V の高電圧が印加された試料に対する測定が要請される。また、別個のテストが接続された状態での測定も要請される。しかしながら、上記特開 2 0 0 1 - 4 7 1 9 号公報に開示された O B I R C H 測定装置 6 0 は、試料に流れる電流を直接検出し、その電流値に基づいて試料 T の欠陥を検査している。このため、上記従来の O B I R C H 測定装置は、大電流や高電圧の試料の測定を行うと電流／電圧変換器 6 6 に大電流あるいは高電圧を与えることになり、該電流／電圧変換器 6 6 の破損を生じるおそれがある。

したがって、大電流あるいは高電圧が与えられる試料を測定する際には対応できない可能性がある。また、別個にテストを設けるためには、テストに対応する電流／電圧変換器となる検出器を設けなければならないので、テストを用いるのは難しく、事実上不可能であって。

5     【0006】 他方、上記特開平2001-4719号公報に開示されたOBIRCH測定装置は、電流を直接検出していることから、試料台を通して電流を通すと、試料台が微小な電流変化あるいは電圧変化を吸収してしまい、微小な電流等の測定ができないという課題もあった。

10    【0007】 この発明は、上述のような課題を解決するためになされたものであり、試料に流れる電流や印加される電圧を直接検出することなく該試料の欠陥を特定するための構造を備えたレーザービーム検査装置を提供することを目的にしている。

15    【0008】 この発明に係るレーザービーム検査装置は、試料に照射されるレーザービームを走査させることにより、レーザービーム照射に伴う試料の抵抗値変化に対応する電気的变化、例えば電流変化や電圧変化を間接的に検出することにより、該試料の欠陥箇所を特定する。

20    【0009】 具体的に、電流変化を間接的に検出する場合、この発明に係るレーザービーム検査装置は、電源ラインを有する電源と、レーザー発生源と、レーザー走査部と、磁場検出装置と、システム制御部を備える。上記電源ラインは、電源から試料に向かって電流を流す第1電源ラインと、該試料から当該電源に向かって電流を流す第2電源ラインにより構成されている。上記電源は、上記電源ライン上に配置された試料に対して一定電圧を印加する定電圧源である。上記レーザー発生源は、試料表面の所定部位に照射されるレーザービームを発生させる。上記レーザー走査部は、レーザービームを試料表面に沿って走査させる。上記磁場検出装置は、  
25    電源ラインを流れる電流によって発生する磁場の変化を検出する。そして、上記システム制御部は、磁場検出装置によって検出された電源ラインにおける磁場変

化及びレーザビームの照射位置に基づいて、該試料における抵抗値変化部位（試料の欠陥箇所）を特定する。

【0010】 このように、この発明に係るレーザビーム検出装置では、試料に流される電流を直接検出するのではなく、磁場検出装置によって該試料に供給される電流によって発生する磁場の変化を検出し、この磁場変化が生じた場合に欠陥があると判断される。このように、電流変化を直接検出するのではなく、電流によって発生した磁場の変化を磁場検出装置で検出することから、電源ラインと磁場検出装置を別個に設けることができる。したがって、大電流が流れる試料を測定する場合であっても、その大電流に対応する磁場検出器を用いることにより、容易に行うことができる。

【0011】 ここで、上記磁場検出装置としては、SQUID (superconducting quantum interference detectors) 磁束計、ホール素子磁気センサ、フラックスゲートセンサ、ピックアップ型磁気センサ、MO (magneto optic) 素子センサ、MR (magnetoresistance) 素子センサ、GMR (giant magnetoresistive) 素子センサ、TMR (tunneling magnetoresistive) 素子センサなどが適用可能である。磁場検出装置として、これら磁場検出センサを用いることにより、電流変化に対応した磁場変化を容易に検出することができる。特に、ハードディスクドライブの磁気ピックアップデバイスとして使用されるMR素子センサ、GMR素子センサ、TMR素子センサなどの磁気センサは、局所的な磁気変化の検出が可能であるため、半導体デバイス外部における狭いピッチの配線間であっても、検出対象となる配線のみを選択的に測定することができる。

【0012】 また、この発明に係るレーザビーム検査装置は、上記磁場検出装置を電源ラインに取り付けるための取付構造をさらに備えてもよい。このような取付構造が設けられていることにより、電源ラインに対して磁場検出装置を簡便に着脱することができる。

【0013】 さらに、この発明に係るレーザビーム検査装置は、磁場検出装置

により検出された磁場変化の検出量を増幅する増幅器を備えてもよい。このような増幅器が設けられることにより、比較的小電流が流れる試料の検査を行う場合であっても、電流変化を確実に検出することが可能になる。なお、大電流が流れる試料の検査では、該増幅器を利用する必要はない。

5      【0014】 この発明に係るレーザビーム検査装置は、磁場変化の検出の際に含まれるノイズを除去するノイズ除去デバイスをさらに備えてもよい。電流の変化量を間接的に測定するにあたり、試料に大電流を供給する電源が利用される場合、この電源は、検出部からは独立しているので電源が持つノイズが検出に与える影響が大きくなることが考えられる。そこで、このノイズを除去するノイズ除  
10      去デバイスを用いることにより、電源等によるノイズを除去することができる。その結果S/N比が向上し、高感度な検出が可能になる。

15      【0015】 なお、上記増幅器及びノイズ除去デバイスによってロックインアンプが構成されるのが好ましい。このロックインアンプは、増幅器及びノイズ除去デバイスの両機能を有するため、信号増幅とともにノイズ除去を可能にするとともに装置全体の小型化を可能にする。

20      【0016】 一方、電圧変化を間接的に検出する場合、この発明に係るレーザビーム検査装置は、電源ラインを有する電源と、レーザ発生源と、レーザ走査部と、電界検出装置と、システム制御部を備える。上記電源ラインは、電源から試料に向かって電流を流す第1電源ラインと、該試料から当該電源に向かって電流を流す第2電源ラインにより構成されている。上記電源は、上記電源ライン上に配置された試料に対して一定電流を供給する定電流源である。上記レーザ発生源は、試料表面の所定部位に照射されるレーザビームを発生させる。上記レーザ走査部は、レーザビームを試料表面に沿って走査させる。上記電界検出装置は、試料に印加される電圧によって発生する電界の変化を検出する。そして、上記システム制御部は、電界検出装置によって検出された電界変化及びレーザビームの照射位置に基づいて、該試料における抵抗値変化部位（試料の欠陥箇所）を特定す  
25

る。

【0017】 このように、この発明に係るレーザビーム検出装置では、試料に印加される電圧を直接検出するのではなく、電界検出装置によって該試料に印可される電圧によって発生する電界の変化を検出し、この電界変化が生じた場合に欠陥があると判断される。このように、電圧を直接検出するのではなく、該電圧によって発生した電界の変化を電界検出装置で検出することから、電源ラインと電界検出装置を別個に設けることができる。したがって、大電圧が印加される試料を測定する場合であっても、その大電圧に対応する電界検出器を用いることにより、容易に行うことができる。

【0018】 ここで、上記電界検出装置としては、EO素子などが適用可能である。電界検出装置として、このようなセンサを用いることにより、電圧変化に対応した電界変化を容易に検出することができる。

【0019】 また、この発明に係るレーザビーム検査装置は、電界検出装置を電源ラインの所定部位に取り付けるための取付構造をさらに備えてもよい。このような取付構造が設けられることにより、電源ラインに対して電界検出装置を簡便に着脱することができる。

【0020】 さらに、この発明に係るレーザビーム検査装置は、電界検出装置により検出された電界変化の検出量を増幅する増幅器をさらに備えてもよい。このような増幅器が設けられることにより、比較的小電圧が印加される試料の検査を行う場合であっても、電圧変化を確実に検出することが可能になる。なお、大電圧が印加される試料の検査では、該増幅器を利用する必要はない。

【0021】 この発明に係るレーザビーム検査装置は、電界変化の検出の際に含まれるノイズを除去するノイズ除去デバイスをさらに備えてもよい。電圧の変化量を間接的に測定するにあたり、試料に大電圧を印加する電源が利用される場合、この電源は、検出部からは独立しているので電源が持つノイズが検出に与える影響が大きくなることが考えられる。そこで、このノイズを除去するノイズ除



去デバイスを用いることにより、電源等によるノイズを除去することができる。  
その結果S/N比が向上し、高感度な検出が可能になる。

【0022】 なお、上記増幅器及びノイズ除去デバイスによってロックインア  
ンプが構成されるのが好ましい。このロックインアンプは、増幅器及びノイズ除  
去デバイスの両機能を有するため、信号増幅とともにノイズ除去を可能にする  
とともに装置全体の小型化を可能にする。

【0023】 なお、この発明に係る各実施例は、以下の詳細な説明及び添付図  
面によりさらに十分に理解可能となる。これら実施例は単に例示のために示され  
るものであって、この発明を限定するものと考えるべきではない。

【0024】 また、この発明のさらなる応用範囲は、以下の詳細な説明から明  
らかになる。しかしながら、詳細な説明及び特定の事例はこの発明の好適な実施  
例を示すものではあるが、例示のためにのみ示されているものであって、この発  
明の思想及び範囲における様々な変形および改良はこの詳細な説明から当業者に  
は自明であることは明らかである。

#### 図面の簡単な説明

【0025】 図1は、従来のOBIRCH測定装置の構成を示すブロック図で  
ある。

【0026】 図2は、この発明に係るレーザビーム検査装置の第1実施例（O  
BIRCH測定装置）の構成を示すブロック図である。

【0027】 図3は、ピックアップコイル型磁気センサの構成を示す平面図で  
ある。

【0028】 図4は、ホール素子型磁気センサの構成を示す平面図である。

【0029】 図5は、フラックスゲートセンサを取り付けたテスターボードを  
示す斜視図である。

【0030】 図6は、GMR素子センサの構成を示す斜視図である。

【0031】 図7は、この発明に係るレーザビーム検査装置の第2実施例（O

B I R C H測定装置) の構成を示すブロック図である。

【0032】 図8は、第2実施例に係るO B I R C H測定装置と比較した従来のO B I R C H測定装置の一部構成を示すブロック図である。

5 【0033】 図9は、第2実施例に係るO B I R C H測定装置の変形例の構成を示すブロック図である。

【0034】 図10は、この発明に係るレーザビーム検査装置の第3実施例(O B I R C H測定装置) の構成を示すブロック図である。

【0035】 図11は、この発明に係るレーザビーム検査装置の第4実施例(O B I R C H測定装置) の構成を示すブロック図である。

10 発明を実施するための最良の形態

【0036】 以下、この発明に係るレーザビーム検査装置の各実施例を、図2～図11を用いて詳細に説明する。なお、図面の説明において、同一部材、同一部位には同一符号を付して重複する説明を省略する。

15 【0037】 図1は、この発明に係るレーザビーム検査装置の第1実施例として、O B I R C H測定装置の構成を示すブロック図である。

20 【0038】 図1に示されたように、第1実施例に係るO B I R C H測定装置Mにおいて、光源であるレーザ発生源1から出射されるレーザビームLの光路上には、このレーザビームLを光路に直交する二次元方向にラスタスキャンさせるレーザ走査部2と、走査されたレーザビームLを微小スポット径に集光させる顕微鏡3が配置されている。

25 【0039】 顕微鏡3の焦点位置には、試料台4の上に載置された半導体集積回路などの試料Tが配置されている。試料Tの一端には第1電源ライン5及び試料台4を介して定電圧源6が接続されており、この定電圧源6によって試料Tに一定電圧が印加された状態で試料Tに電流が供給されている。さらに、試料Tの他方端は、試料台4及び第2電源ライン7を介して定電圧源6に接続されている。第2電源ライン7又はその近傍には、磁場検出装置8が設けられている。磁場検

出装置 8 は、第 2 電源ライン 7 を流れる電流によって発生する磁場の変化を検出し、この磁場変化に相当する電流信号として磁場信号を出力する。この磁場検出装置 8 としては、種々のデバイスが適用可能である。

【0040】 磁場検出装置 8 には、増幅機能を有する電流／電圧変換器 9 が接続されており、該電流／電圧変換器 9 に対して検出電流が出力される。電流／電圧変換器 9 は、磁場検出装置 8 から出力された検出電流を一旦増幅し、該検出電流を第 2 電源ライン 7 を流れる電流の変化量に相当する電圧値に変換する。電流／電圧変換器 9 は、システム制御部 10 に接続されており、変換された電圧値を検出信号としてシステム制御部 10 に出力する。

【0041】 システム制御部 10 は、モニタ 11 に接続されており、電流／電圧変換器 9 から出力された検出信号に基づいて、モニタ 11 に表示するための輝度情報を生成する。さらにシステム制御部 10 は、レーザ走査部 2 に接続されており、試料 T に対するレーザビーム L の照射位置を制御している。そして、電流／電圧変換器 9 から順次検出信号として得られる電圧値の差に基づいて生成された輝度情報及びレーザ走査部 2 の走査位置より検出されるレーザビーム L の照射位置から、所定の画像処理を施して、モニタ 11 に表示される画像信号を生成し、モニタ 11 に出力する。モニタ 11 では、システム制御部 10 から出力される画像信号に基づく画像を表示する。

【0042】 さらに、試料台 4 には、温度制御部 12 が接続されている。この温度制御部 12 は、システム制御部 10 に接続されている。システム制御部 10 では、試料 T に応じた所望の温度に試料台 4 の温度を調整するように、温度制御部 12 を制御している。

【0043】 以上のような構成を有する第 1 実施例に係るレーザビーム検査装置の動作、作用について説明する。すなわち、当該レーザビーム検査装置である O B I R C H 測定装置 M において、試料 T を検査するため、試料 T を試料台 4 上に載置する。この試料 T の表面には、顕微鏡 3 で所定スポット径に集束させられ

たレーザビームLが照射される。レーザ走査部2は、集束されたレーザビームLを該試料Tの表面に沿ってラスタスキャンする。このとき、試料台4は温度制御部12によって所定の温度に制御される。レーザビームLによるラスタスキャンが行われている間、試料Tに対して定電圧源6から一定電圧が印加された状態で供給される電流は、第1電源ライン5及び第2電源ライン7を通過する。この第2電源ライン7を通過する電流により生じる磁場の変化に相当する電流が、検出電流として磁場検出装置8により生成される。検出電流は、電流／電圧変換器9に供給され、一旦増幅された後に電流変化量に相当する電圧値に変換される。この変換された電圧値が検出信号としてシステム制御部10に出力される。システム制御部10では、順次検出信号として得られた電圧値の差に基づいて所定の画像処理（輝度情報の生成）を行い、画像信号をモニタ11に出力。モニタ11ではこの画像信号に基づく画像を表示する。

【0044】 ここで、試料Tに内部欠陥が生じている場合、レーザビームLがその欠陥部位に照射されたとき、発熱による抵抗値変化が生じる。この抵抗値変化に基づいて、第2電源ライン7における電流値が変化する。この第2電源ライン7における電流値が変化すると、第2電源ライン7における電流によって生じる磁場が変化する。磁場検出装置8では、この電流変化に伴う磁場変化を検出する。この磁場変化は、電流／電圧変換器9を経てシステム制御部10に検出信号（電流変化量に相当する電圧値）として出力される。システム制御部10では、順次検出信号として得られた電圧値の差に基づいて輝度情報が生成される（画像処理）。このとき、システム制御部10は、試料T上におけるレーザ照射位置と生成された輝度情報の関係から、試料Tにおける内部欠陥が生じている箇所を特定し、欠陥が生じている旨のモニタ表示を行う。そして、モニタ11の表示に基づいて、試料Tにおける内部欠陥の発生が検出される。

【0045】 このような試料Tの検査において、当該レーザビーム検査装置であるOBIRCH測定装置Mは、電源ライン5、7に流れる電流を直接測定する

のではなく、第2電源ライン7を流れる電流によって生じる磁場の変化を検出する。このため、定電圧源6から大電流が与えられた試料Tの欠陥検査の際であっても、磁場検出装置8には大電流に伴う多大な負荷がかからない。したがって、大電流が印加された試料の欠陥検査であっても、大電流の供給に伴う検出器の破損の心配がほとんどない状態での欠陥検査が可能になる。

【0046】 次に、この発明に係るレーザビーム検査装置であるOBIRCH測定装置Mに適用可能な磁場検出装置8について説明する。当該OBIRCH測定装置Mに適用可能な磁場検出装置8としては、例えば図3に示されたピックアップコイル型磁気センサ20がある。この図3に示されたように、ピックアップコイル型磁気センサ20は、基台21を備えており、基台21の上には環状のフェライトコイル22が設けられている。フェライトコイル22の一部には第2電源ライン7が巻き付けられており、第2電源ライン7が巻き付けられている位置の対向する位置にはコネクタ23が取り付けられている。第2電源ライン7は試料台4を介して試料Tに接続されており、試料Tを通過した電流が第2電源ライン7に流れる。また、第2電源ライン7を流れる電流に変化が生じると、フェライトコイル22に磁束変化が生じ、この磁束変化に基づいて第2電源ライン7の電流変化が検出される（誘導電流の発生）。さらに、コネクタ23は電流／電圧変換器9に接続されており、第2電源ライン7を流れる電流に変化に対応してフェライトコイル22に生じる誘導電流を、検出電流として電流／電圧変換器9に出力している。

【0047】 このようなピックアップコイル型磁気センサ20では、第2電源ライン7を流れる電流に変化が生じると、フェライトコイル22における磁場に変化が生じるため、この磁場変化量に相当する電流（誘導電流）がコネクタ23を介して検出され、検出電流として電流／電圧変換器9に出力される。電流／電圧変換器9では、コネクタ23から出力された磁場変化量に相当する誘導電流に基づいて、試料Tに流れる電流の変化を間接的に検出する。このようなピックア

ップコイル型磁気センサ 20 を用いることにより、高い精度で電流変化の検出が可能になる。

【0048】 また、磁場検出装置 8 は、図 4 に示されたホール素子型磁気センサ 30 であってもよい。図 4 に示されたように、ホール素子型磁気センサ 30 は、図 3 に示されたすピックアップコイル型磁気センサ 20 と同様、基台 31 を備え、基台 31 上に環状のフェライトコイル 32 が設けられている。フェライトコイル 32 には全体的に第 2 電源ライン 7 が巻きつけられている。さらに、フェライトコイル 32 の一部には、ホール素子 33 が取り付けられており、ホール素子 33 の近傍位置にはコネクタ 34 が設けられている。

【0049】 このようにホール素子 33 を設けたホール素子型磁気センサ 30 を用いることにより、高い精度で電流変化の検出が可能になるとともに、大電流下における電流変化を容易に検出することができる。

【0050】 さらに、磁場検出装置 8 は、図 5 に示されたフラックスゲートセンサ 40 であってもよい。図 5 に示されたように、フラックスゲートセンサ 40 は、取付部 41（取付構造に含まれる）と、本体部 42 とを備えている。本体部 42 は、高透磁率コアとコイルとを備えており、取付部 41 によって試料台 4 における第 2 電源ライン 7 の近傍に取り付けられている。この取付部 41 は、試料台 4 に対して着脱可能となっており、取付部 41 を着脱させることにより、本体部 42 は試料台 4 に対して着脱を行うことができるようになっている。

【0051】 このようなフラックスゲートセンサ 40 を用いることにより、さらに高い精度で磁界変化の検出が可能になる。また、取付部 41 が試料台 4 に対して着脱自在に構成されていることにより、試料 T に流れる電流の大きさ等に対して、それぞれ適当な大きさの磁界センサを利用することができる。

【0052】 また、この発明に係るレーザビーム検査装置における磁場検出装置 8 として、高温超伝導薄膜 (superconducting quantum interference detectors) センサ（以下、SQUID センサという）が適用されてもよい。この SQUID

センサ（SQUID磁束計）を用いることにより、さらに高い精度で電流変化の検出が可能になる。また、磁場検出装置 8 としては、この他、MR

(magnetoresistance) 素子センサ、固体の磁気カー効果を利用して光で電流変化を検出するMO (magneto optic) 素子センサ、GMR (giant magnetoresistive) 素子センサ、TMR (tunneling magnetoresistive) 素子センサなども適用可能である。

【0053】 特に、上記MR素子センサ、GMR素子センサ、TMR素子センサなどは、ハードディスクドライブの磁気ピックアップデバイスとして使用される磁気センサであり、局所的な磁気変化の検出が可能であるため、半導体デバイス外部における狭いピッチの配線間であっても、検出対象となる配線のみを選択的に測定することができる。例えば、図6は、ハードディスクドライブなどに広く使用されているGMR素子センサの構成を示す図である。この図6に示されたように、GMR素子センサは、電源ライン7に近接して配置されたGMRヘッド92と、該GMRヘッド92を挟むように配置されたシールド板91a、91bとを備える。GMRヘッド92は、磁場の影響を受けると電気抵抗が変化する性質を有する。したがって、一定量の電圧が印加されたGMRヘッド92に検出電流Iを供給しておけば、電源ライン7近傍の磁場変化に対応して該GMRヘッド92の電気抵抗が変化するため、結果的に電源ライン7近傍の磁場変化が検出電流Iの変化として検出され得る。

【0054】 次に、この発明に係るレーザビーム検査装置について説明する。図7は、この発明に係るレーザビーム検査装置の第2実施例であるOBIRCH測定装置50概略構成を示すブロック図である。この第2実施例に係るOBIRCH測定装置は、上述の第1実施例における定電圧電源6に換えて、LSIテスト51が適用されている点において第1実施例と異なる。なお、この図7では、レーザ発生源及びレーザ走査部は省略されているが、この第2実施例も第1実施例（図2）と同様にレーザ発生源及びレーザ走査部を備える。これらこの第2実

5 施例に係るOBIRCH測定装置50において、試料台4の上には、半導体集積回路などの試料Tが載置されており、試料Tには、第1電源ライン5、第2電源ライン7、及び試料台4を介してLSIテスト51が接続されている、LSIテスト51は、試料Tをテストするための一定電圧を試料Tに印加している。試料Tには、レーザ発生源から発生されレーザ走査部で矢印S方向に走査されるレーザが照射されている。

10 【0055】 第2電源ライン7には、試料台4の近傍位置において磁場検出装置8が設けられている。この磁場検出装置8としては、上記第1実施例と同様に、図3～図5に示されたような各種センサのうちいずれかセンサが適用される。磁場検出装置8は、増幅器52に接続されている。増幅器52には、磁場検出装置8で検出された磁場強さに相当する電流が出力されており、この電流を増幅する。さらに、増幅器52はモニタ11に接続されており、増幅された電流から変換された電圧値に基づいて生成された画像信号がモニタ11に表示される。このモニタ11に表示される情報により、第2電源ライン7に流れる電流の変化によって生じる磁場変化を検出することができる。

15 【0056】 この第2実施例に係るOBIRCH測定装置50では、上記第1実施例と同様の手順で試料T上にレーザが照射される。また、LSIテスト51から一定電圧が印加された状態で試料Tに照射されたレーザビームが走査される。このレーザビーム走査の際、第2電源ライン7を流れる電流により生じる磁場の変化を磁場検出装置8で検出している。増幅器52では、磁場検出装置8で検出された磁場変化量に相当する電流が増幅され、この増幅された電流から変換された電圧値に基づいて画像信号（変動成分）が生成される。そして、この変動成分がモニタ11に表示されることにより電流変化が間接的に検出される。その結果、この電流変化に基づいて試料Tにおける欠陥部位が特定される。

5 【0057】 ここで、図8にLSIテストが適用された従来のOBIRCH測定装置を示す。この図8に示されたように、従来のOBIRCH測定装置70は、



第2電源ライン7を長く引き回して電流測定装置71に直列接続し、電流測定装置71で測定された電流の変化をモニタ11に表示していた。この電流の変化量に基づいて試料Tの欠陥を検出していたが、電流測定装置71を直列接続することから、第2電源ライン7を長くする必要が生じるので、その分電流の変化量が減衰してしまう。したがって、微弱な電流変化を見逃してしまう可能性があった。

【0058】 これに対して、この第2実施例に係るOBIRCH測定装置50は、磁場検出装置8が、試料台4の近傍、すなわち試料Tの近傍に設けられている。このため、第2電源ライン7を通過することによる電流の変化量の減衰が起こる前に磁場変化を検出することができる。したがって、高い精度で試料Tの欠陥の検出を行うことができる。また、微弱な電流変化であっても、増幅部9によって検出される磁場の変化量を増幅することにより、該電流変化を確実に検出することができる。

【0059】 また、図9は、この第2実施例の変形例であるOBIRCH測定装置53の構成を示す図である。この変形例に係るOBIRCH測定装置53では、磁場検出装置54が、試料台4と試料Tとの間に設けられた電源ラインに取り付けられており、残りの構成は、図7に示された第2実施例に係るOBIRCH測定装置50と同様である。また、この変形例も第1実施例（図2）におけるレーザ発生源及びレーザ走査部を有する。このように、磁場検出装置54が試料台4と試料Tの間の電源ラインに設けられ、かつ、この電源ラインから磁場変化の検出が行われることにより、試料台4で吸収されてしまうような微小信号であっても検出可能になる。したがって、その分精度よく磁場変化の検出が可能になる。

【0060】 さらに、図10に示されたように、この発明に係るレーザビーム検査装置は、増幅器としてロックインアンプを利用することも可能である。図10は、この発明に係るレーザビーム検査装置の第3実施例として、OBIRCH測定装置55の構成を示すブロック図である。この図10に示されたOBIRCH

H測定装置 55 は、図 2 に示された第 1 実施例に係る O B I R C H 測定装置 M と比較して、電流／電圧変換装置 9 の代えて、増幅器としてのロックインアンプ 56 が設けられている点で異なる。ロックインアンプ 56 と磁場検出装置 8 との間にはプリアンプ 57 が設けられており、また、ロックインアンプ 56 はシグナルジェネレータ 58 に接続されている。さらに、レーザ発生源 1 とレーザ走査部 2 との間には光変調器 59 が配置されており、この光変調器 59 はシグナルジェネレータ 58 に接続されている。光変調器 59 としては、たとえば A O 変調器、チョッパなどが適用可能である。

【0061】 以上の構成を有する O B I R C H 測定装置 55 において、シグナルジェネレータ 5 により発生された変調信号は、光変調器 59 とロックインアンプ 56 に出力される。変調信号を受けた光変調器 59 は、レーザ発生源 1 からのレーザ光を強度変調し、ロックインアンプ 56 に向けて出力された変調信号は該ロックインアンプ 56 の同期信号として利用される。試料 T で誘起された電流変化は磁場検出装置 8 で電流値として検出され、この検出電流がプリアンプ 57 を通してロックインアンプ 56 に出力される。ロックインアンプで 56 では、シグナルジェネレータ 58 から出力された変調信号と同期する成分が抽出された後、検出信号として増幅された検出電流値に相当する電圧値がシステム制御部 10 に出力される。そして、システム制御部 10 は、受けた検出信号を、レーザ走査部 2 によるレーザビームの走査に同期させて輝度情報に変換することで画像信号を生成し、該生成された画像信号に基づく画像がモニタ 11 上に表示される。

【0062】 このように、増幅器として、ロックインアンプが適用されることにより、信号増幅を行うとともに、電気信号に含まれるノイズの除去を行うことができる。したがって、S/N 比を向上させることができるので、高感度な検出を実現することができる。

【0063】 以上、この発明の好適な実施例について説明したが、この発明は上述のような実施例に限定されるものではない。たとえば、上記実施例では、試

料Tに対して定電圧を与えた状態で電流変化から磁場変化を検出しているが、たとえば試料Tに供給される電流を定電流とし、電圧変化から電場変化を検出してもよい。なお、電場を検出する電場検出装置としては、E O素子などが適用可能である。

5 【0064】 具体的に図11は、この発明に係るレーザビーム検査装置の第4実施例として、定電流源86及び電界検出装置85を備えたOBIRCH測定装置80の構成を示すブロック図である。この図11に示された第4実施例に係るOBIRCH測定装置80は、上記第1実施例における定電圧源6に換えて、定電流源86を備えるとともに、試料Tにおける欠陥（抵抗値変化部位）によって  
10 生じる電圧変化を電界変化として検出する例えばE O素子などの電界検出装置85を備える点を除き、該第1実施例（図2）と同様の構成を有する。

【0065】 ここで、試料Tに内部欠陥が生じている場合、レーザビームLがその欠陥部位に照射されたとき、発熱による抵抗値変化が生じる。この抵抗値変化に基づいて、試料に印加される電圧が変化する（試料に接続された電源ライン間の電位差が変化する）。この電位差の変化によって電界が変化する。電界検出装置85では、この電流値変化に伴う電界変化を検出する。この電界変化は、電流／電圧変換器9を経てシステム制御部10に検出信号（電圧値）として出力される。システム制御部10では、順次検出信号として得られた電圧値の差に基づいて輝度情報が生成される（画像処理）。このとき、システム制御部10は、試料T  
15 上におけるレーザ照射位置と生成された輝度情報の関係から、試料Tにおける内部欠陥が生じている箇所を特定し、欠陥が生じている旨のモニタ表示を行う。そして、モニタ11の表示に基づいて、試料Tにおける内部欠陥の発生が検出される。

20 【0066】 このような試料Tの検査において、当該レーザビーム検査装置であるOBIRCH測定装置80は、試料Tに印可される電圧を直接測定するのではなく、電源ライン5、7間における電位差の変化によって生じる電界の変化を  
25

検出する。このため、定電流源 8 6 から高電圧が印加された試料 T の欠陥検査の際であっても、電界検出装置 8 には高電圧に伴う多大な負荷がかからない。したがって、高電圧が印加された試料の欠陥検査であっても、高電圧の印加に伴う検出器の破損の心配がほとんどない状態での欠陥検査が可能になる。

- 5     【0067】 以上の本発明の説明から、本発明を様々に変形しうることは明らかである。そのような変形は、本発明の思想および範囲から逸脱するものとは認めることはできず、すべての当業者にとって自明である改良は、以下の請求の範囲に含まれるものである。

#### 産業上の利用可能性

- 10    【0068】 以上のようにこの発明によれば、試料に流れる電流や該試料に印可された電圧を直接検出することなく試料の欠陥を検査することにより、大電流が供給されたり高電圧が印可される試料などの欠陥検査を行うことができるレーザービーム検査装置を提供することができる。

## 請求の範囲

1. 所定量の電流を流すための電源ラインを有し、該電源ライン上に配置された試料に対して一定量の電圧を印可する定電圧源と、

5 前記試料表面の所定部位に照射されるレーザビームを発生させるレーザ発生源と、

前記レーザビームを前記試料表面に沿って走査させるレーザ走査部と、

前記電源ラインを流れる電流によって発生する磁場の変化を検出する磁場検出装置と、

10 前記磁場検出装置によって検出された前記電源ラインにおける磁場変化及び前記レーザビームの照射位置に基づいて、前記試料における抵抗値変化部位を特定するシステム制御部とを備えたレーザビーム検査装置。

2. 請求項1記載のレーザビーム検査装置において、

15 前記磁場検出装置は、SQUID磁束計、ホール素子磁気センサ、フラックスゲートセンサ、ピックアップコイル型磁気センサ、MO素子センサ、MR素子センサ、GMR素子センサ、及びTMR素子センサのうちいずれかを含む。

3. 請求項1又は2記載のレーザビーム検査装置は、

前記磁場検出装置を前記電源ラインの所定部位に取り付けるための取付構造をさらに備える。

4. 請求項1～3の何れか一項記載のレーザビーム検査装置は、

20 前記磁場検出装置からの磁場変化検出信号を増幅する増幅器をさらに備える。

5. 請求項1～4の何れか一項記載のレーザビーム検査装置は、

前記磁場検出装置からの磁場変化検出信号に含まれるノイズを除去するノイズ除去デバイスを備える。

6. 請求項1～3の何れか一項記載のレーザビーム検査装置は、

25 前記磁場検出装置からの磁場変化検出信号を増幅する増幅器と、前記磁場検出装置からの磁場変化検出信号に含まれるノイズを除去するノイズ除去デバイスを

含むロックインアンプをさらに備える。

7. 一定量の電流を流すための電源ラインを有し、該電源ライン上に配置された試料に対して所定量の電圧を印可する定電流源と、

5 前記試料表面の所定部位に照射されるレーザビームを発生させるレーザ発生源と、

前記レーザビームを前記試料表面に沿って走査させるレーザ走査部と、

前記試料に印加される電圧によって発生する電界の変化を検出する電界検出装置と、

10 前記電界検出装置によって検出された電界変化及び前記レーザビームの照射位置に基づいて、前記試料における抵抗値変化部位を特定するシステム制御部とを備えたレーザビーム検査装置。

8. 請求項7記載のレーザビーム検査装置において、  
前記電界検出装置は、EO素子を含む。

15 9. 請求項7又は8記載のレーザビーム検査装置は、  
前記電界検出装置を前記電源ラインの所定部位に取り付けるための取付構造をさらに備える。

10. 請求項7～9の何れか一項記載のレーザビーム検査装置は、  
前記電界検出装置からの電界変化検出信号を増幅する増幅器をさらに備える。

20 11. 請求項7～10の何れか一項記載のレーザビーム検査装置は、  
前記電界検出装置からの電界変化検出信号に含まれるノイズを除去するノイズ除去デバイスをさらに備える。

25 12. 請求項7又は8の何れか一項記載のレーザビーム検査装置は、  
前記電界検出装置からの電界変化検出信号を増幅する増幅器と、前記電界検出装置からの電界変化検出信号に含まれるノイズを除去するノイズ除去デバイスとを含むロックインアンプをさらに備える。

図 1

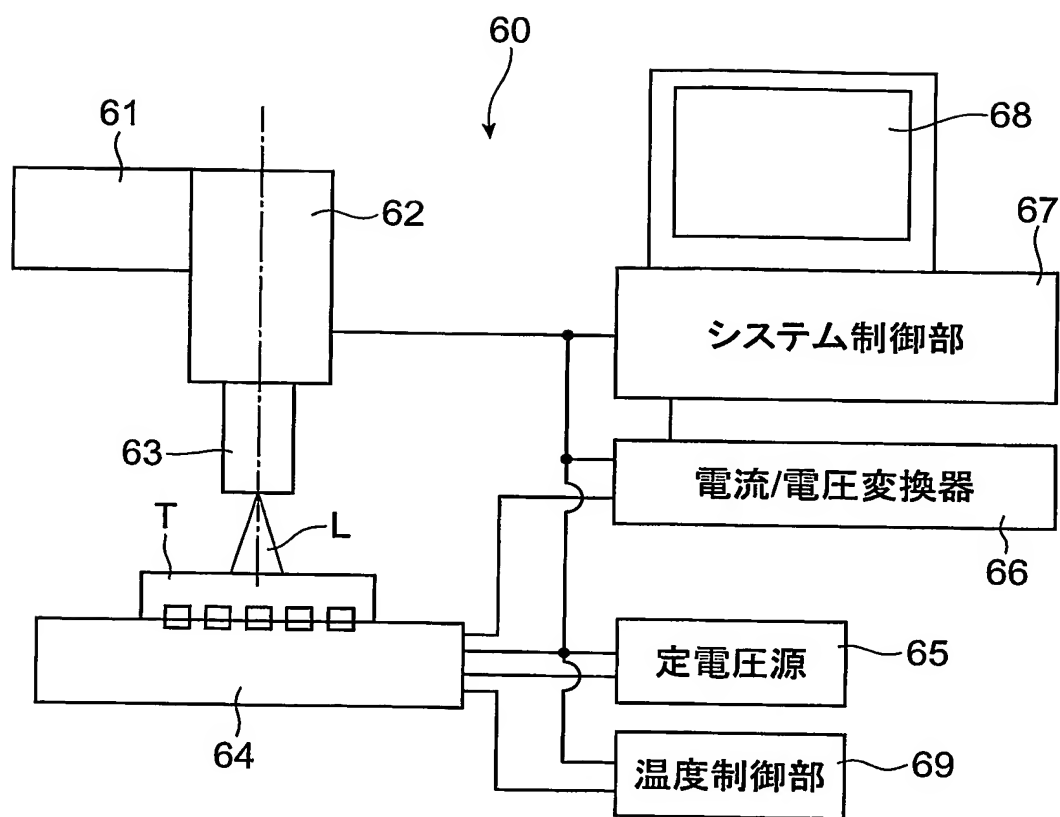


図2

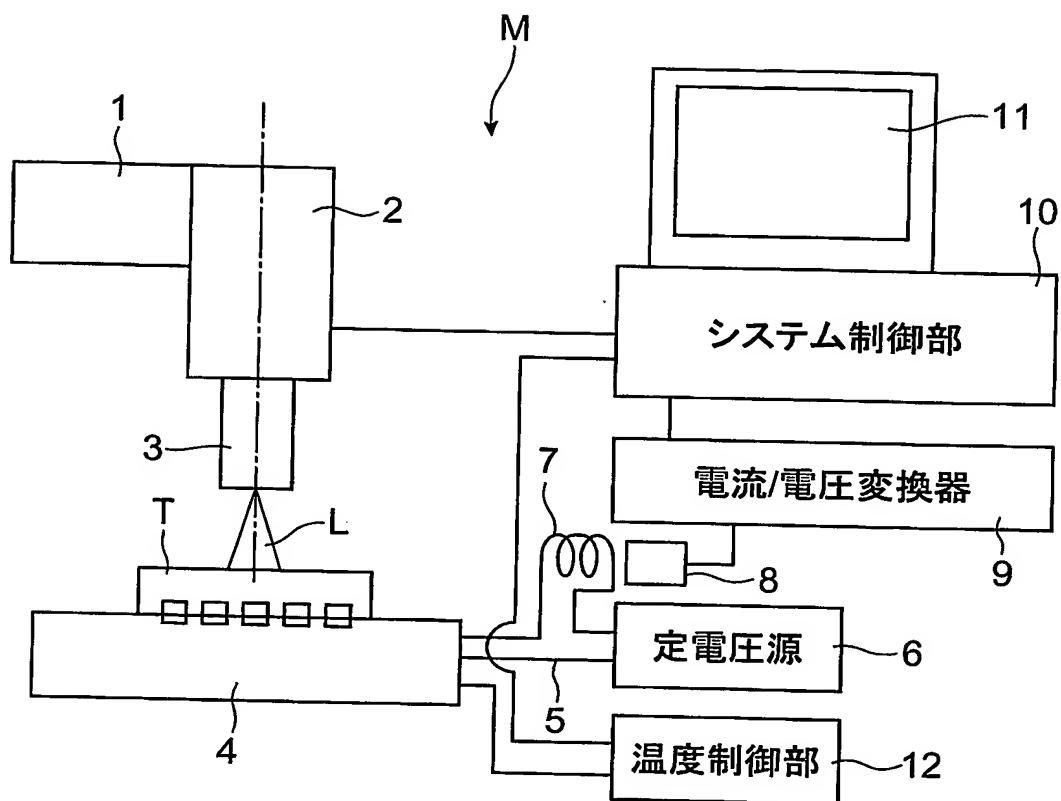




图3

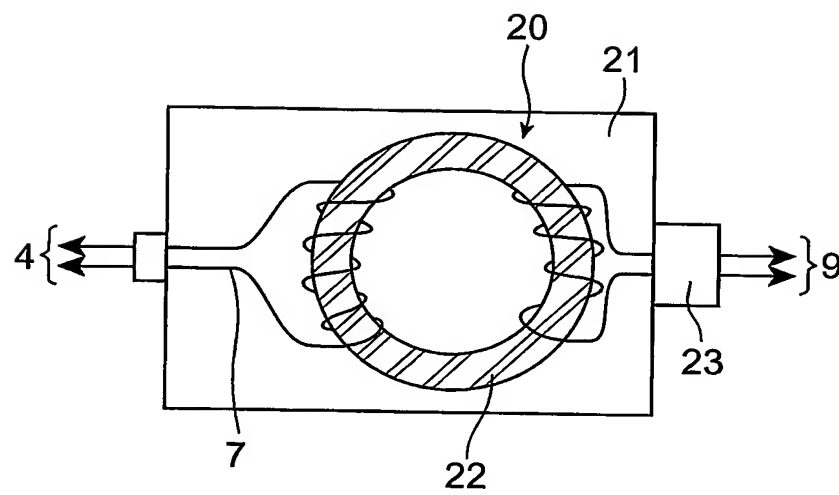


図4

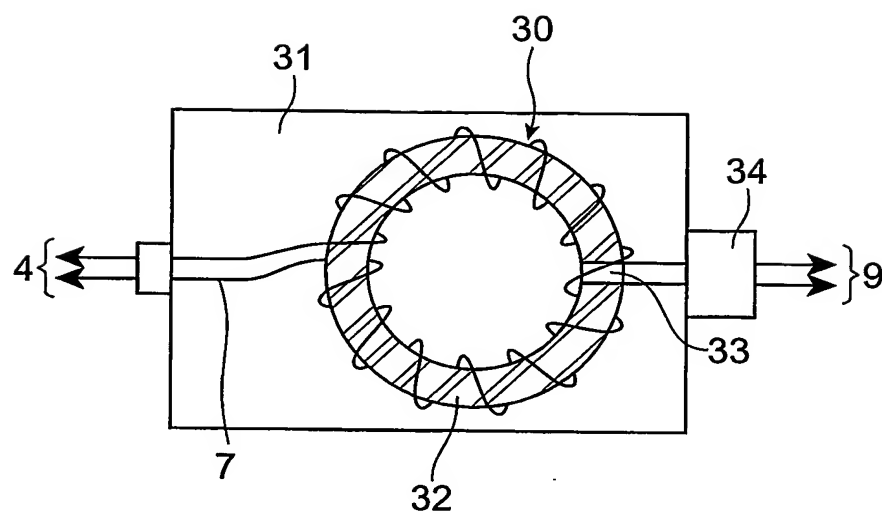
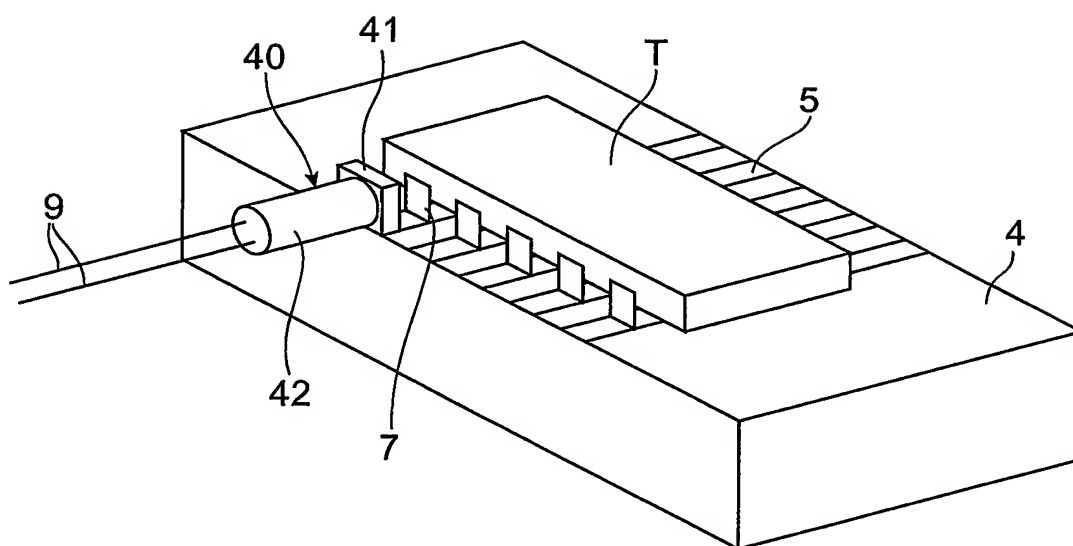


図5



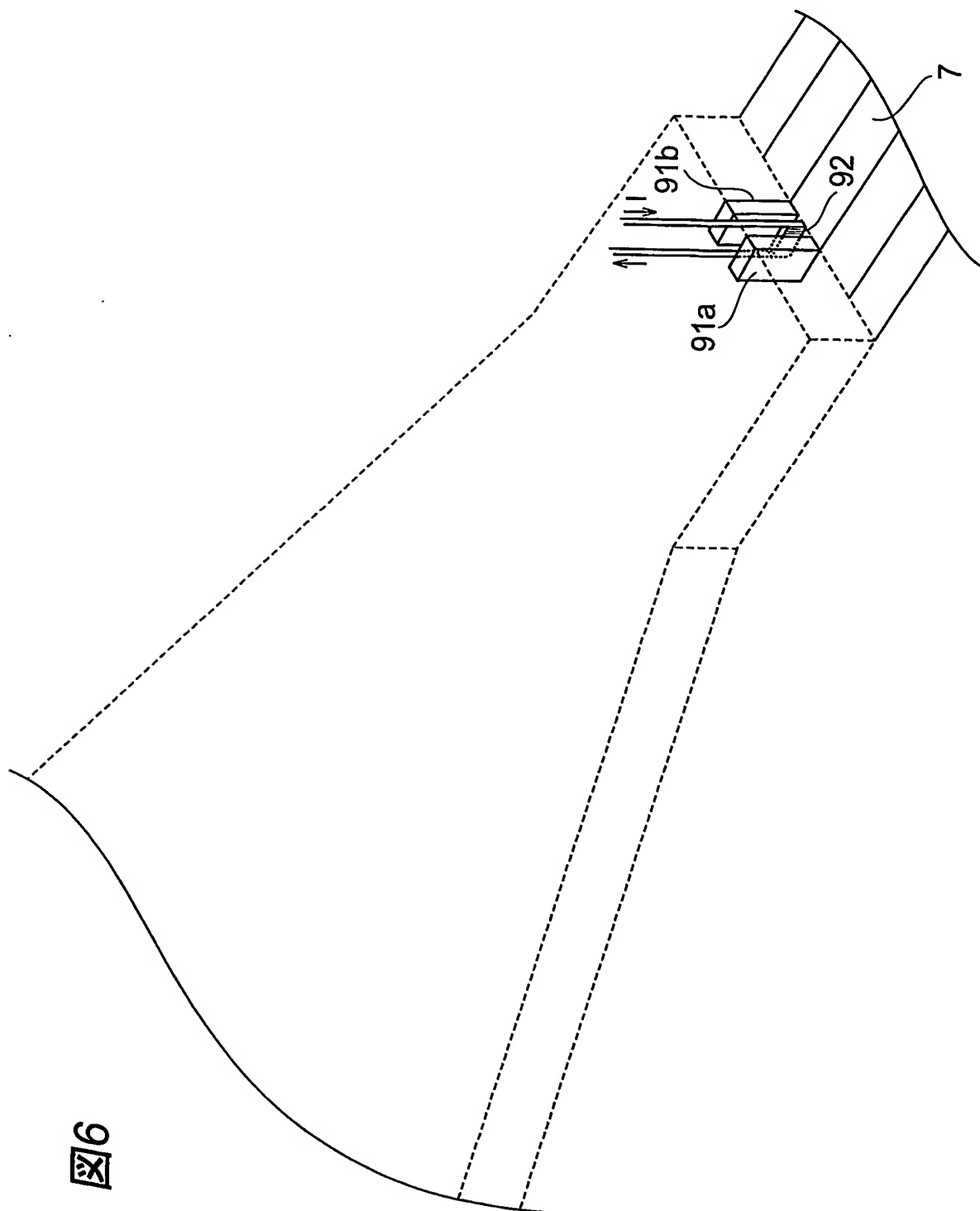


図6

图7

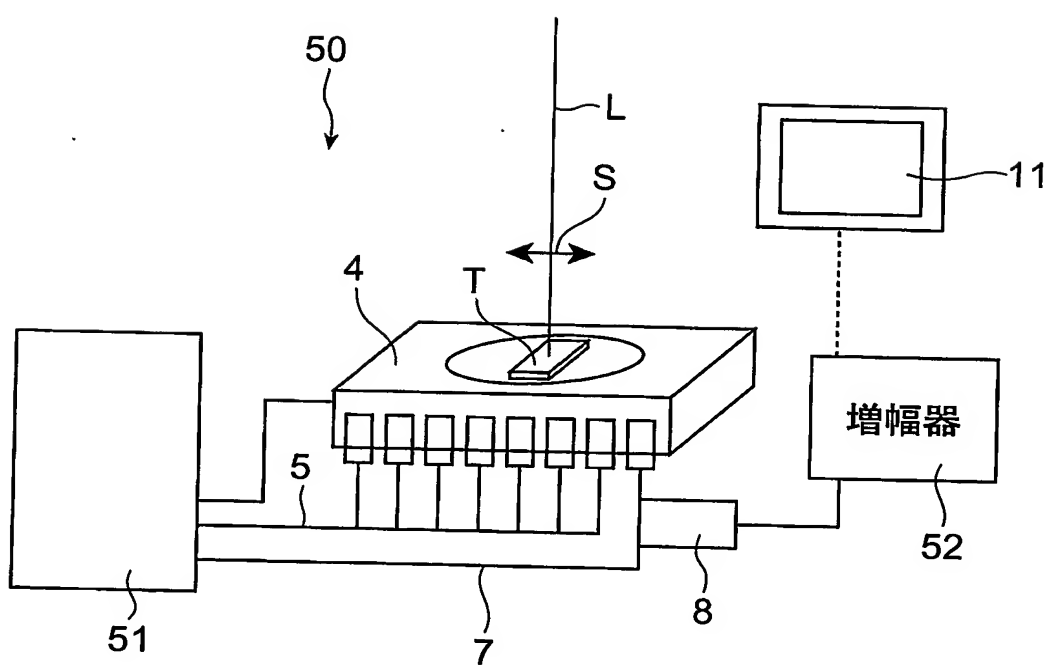


図8

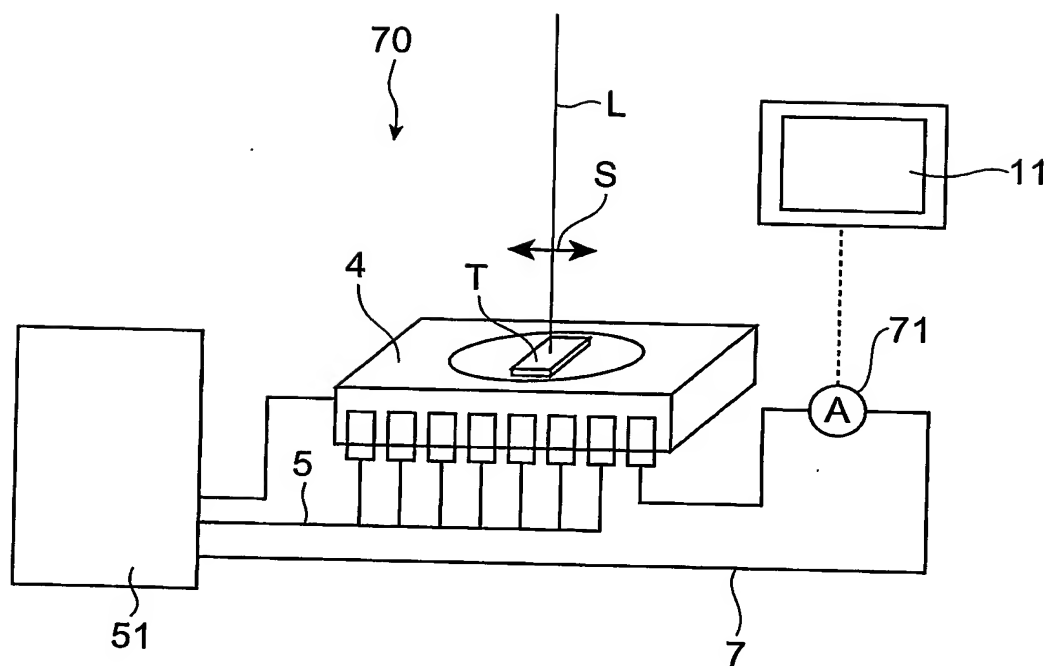


図9

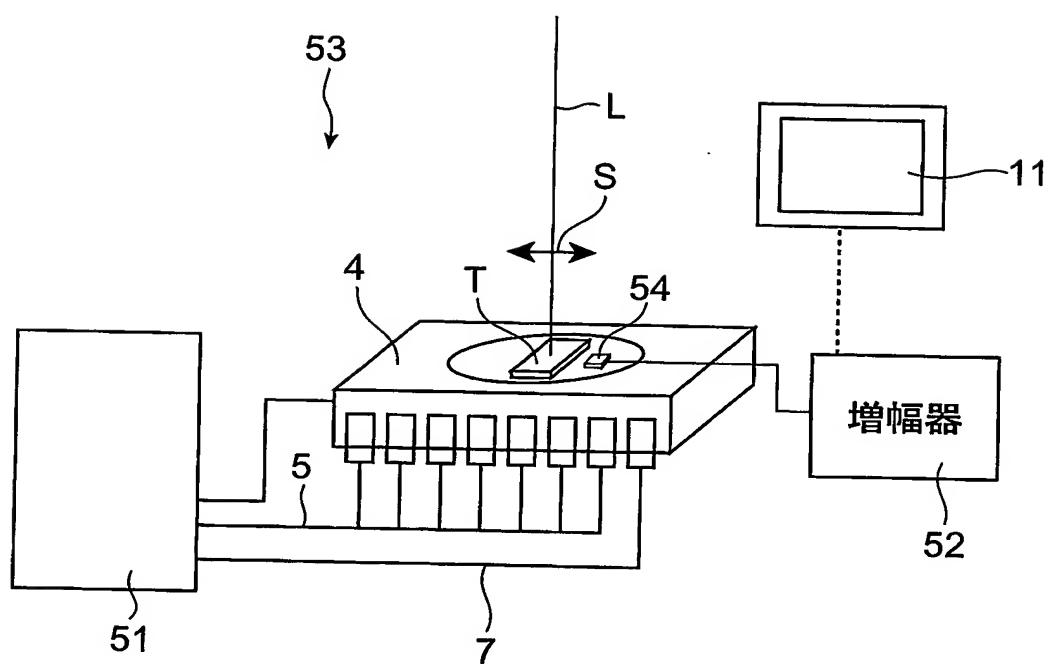


図10

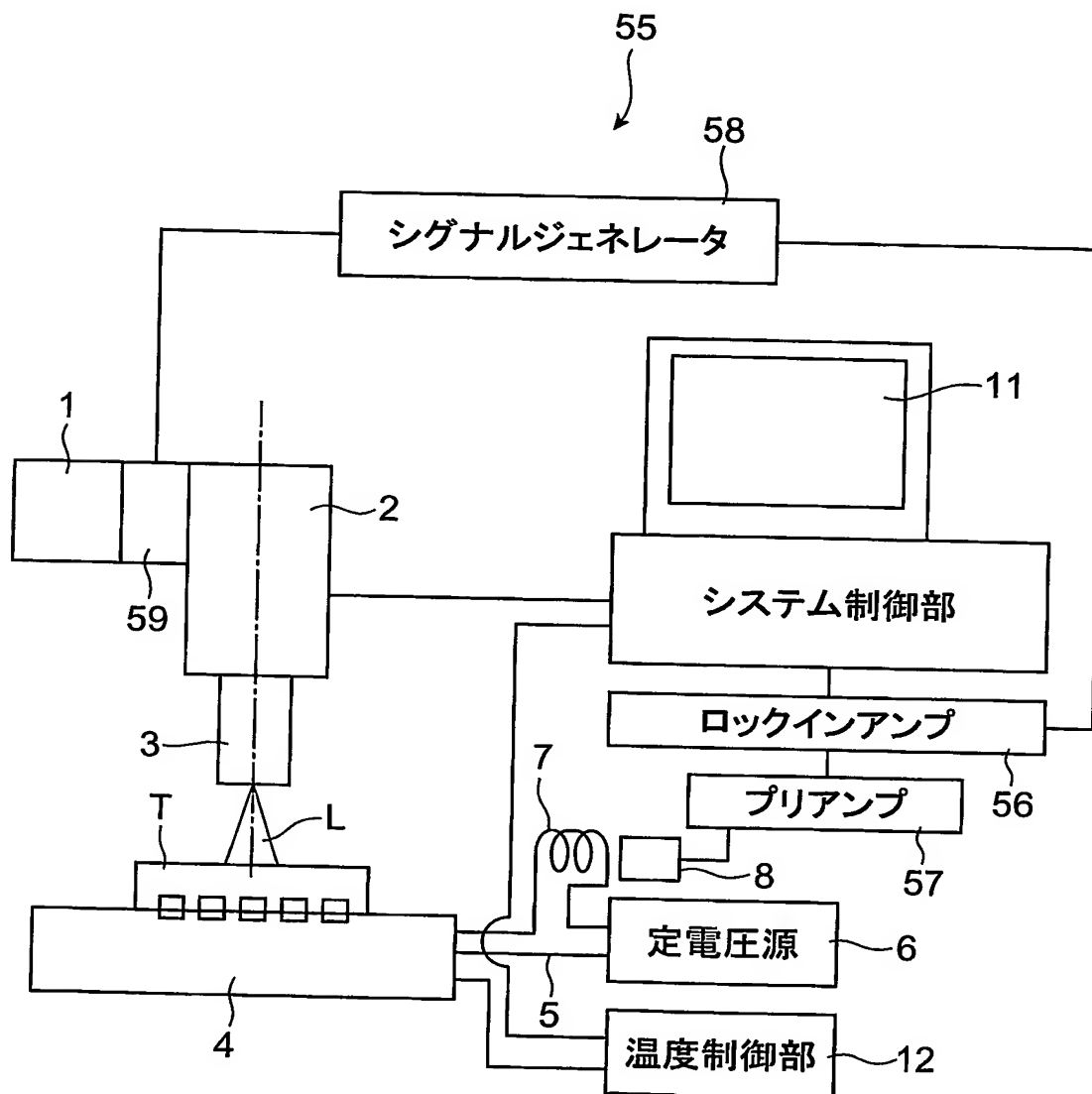
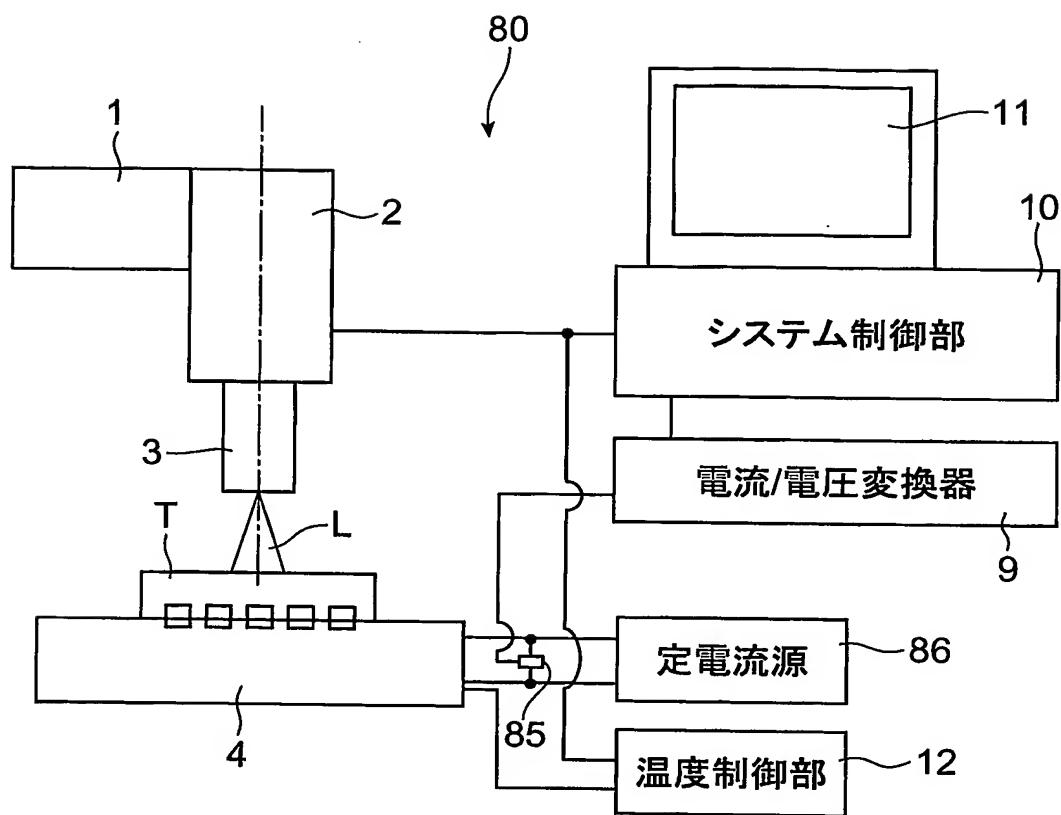




図11



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000335

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01R31/302

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G01R31/28-3193, H01L21/64-66

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-316266 A (NEC Corp.), 16 November, 1999 (16.11.99), Full text; Figs. 3 to 5, 12 to 14 (Family: none)	1-12
Y	JP 2000-286314 A (NEC Corp.), 13 October, 2000 (13.10.00), Full text; Fig. 1(A) (Family: none)	1-12
Y	JP 54-128770 A (Mitsubishi Electric Corp.), 05 October, 1979 (05.10.79), Full text; Fig. 3 (Family: none)	7-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
29 March, 2004 (29.03.04)

Date of mailing of the international search report  
13 April, 2004 (13.04.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01R31/302

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01R31/28-3193, H01L21/64-66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-316266 A (日本電気株式会社) 1999. 11. 16 全文, 図3-5, 12-14 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2000-286314 A (日本電気株式会社) 2000. 10. 13 全文, 図1(A) (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 54-128770 A (三菱電機株式会社) 1979. 10. 05 全文, 第3図 (ファミリーなし)	7-12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に関する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29. 03. 2004

国際調査報告の発送日

13. 4. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

飯野 茂

2S

3005

電話番号 03-3581-1101 内線 3258